

00862.023377

PATENT APPLICATION



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

KENJI YAMAGATA, ET AL.

Application No.: 10/733,361

Filed: December 12, 2003

For: PROCESSING APPARATUS FOR)
PROCESSING SUBSTRATE BY)
PROCESS SOLUTION)

Examiner: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

February 26, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is
a certified copy of the following foreign application:

Japan 2002-375097, filed December 25, 2002.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicants
Damond E. Vadnais
Registration No. 52,310

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3800
Facsimile: (212) 218-2200
DEV/vc

DC_MAIN 158653v1

00862.023877
Application No.: 10/733,361
Filed: December 12, 2003
Applicant: Kenji Yamagata, et al.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 2 5 日

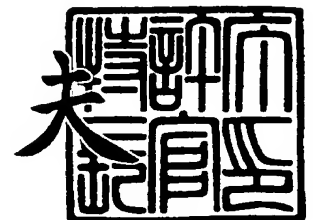
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 7 5 0 9 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 7 5 0 9 7]

出 願 人
Applicant(s): キヤノン株式会社

2 0 0 4 年 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 0 9 7 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 250651

【提出日】 平成14年12月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 処理装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 山方 憲二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 高梨 一仁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 柳田 一隆

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 菅井 崇

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 坂口 清文

【特許出願人】

【識別番号】 000001007
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428
【弁理士】
【氏名又は名称】 大塚 康德
【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508
【弁理士】
【氏名又は名称】 高柳 司郎
【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071
【弁理士】
【氏名又は名称】 大塚 康弘
【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894
【弁理士】
【氏名又は名称】 木村 秀二
【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を処理液で処理する処理装置であって、
該処理液を収容する処理槽と、
前記処理槽内で該基板を保持する保持機構と、
前記保持機構によって保持される該基板の面に直交する方向の所定位置に配置され、該基板に振動を供給する振動源と、
前記保持機構によって保持される該基板を回転させるように構成された構造と、
を備えることを特徴とする処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板を処理液で処理する分野、例えば、ウェットエッチングに関する。

【0002】

【従来の技術】

多孔質半導体を工業的に応用する例として、多孔質シリコンを用いて S O I (Silicon On Insulator 又は、Semiconductor On Insulator) 基板を製造する技術が知られている。このような技術の応用として、特開平 5-21338 号公報には、多孔質シリコン層を有する基板の該多孔質シリコン層の上に成長させたシリコンエピタキシャル層を酸化膜を介して非晶質基板上や単結晶シリコン基板上に貼り合わせるウエハ直接接合技術が開示されている。

【0003】

S O I 基板の製造において重要な技術の 1 つとして、多孔質シリコンの選択エッチング技術がある。一般的に、多孔質シリコンは、単結晶シリコン基板の表面を多孔質化して形成されるため、多孔質シリコンとその下の部分（非多孔質シリコン）とにおけるエッチングの選択性を得にくいという課題がある。

【 0 0 0 4 】

多孔質シリコンの選択エッチング方法が、特開平 1 0 - 2 2 3 5 8 5 号公報、特開平 1 0 - 2 2 9 0 6 6 号公報、特開平 1 0 - 2 4 2 1 0 2 号公報、特開平 1 0 - 2 4 2 1 0 3 号公報、特開平 6 - 3 4 2 7 8 4 号公報、特開平 9 - 9 2 8 0 3 号公報、特開平 1 1 - 2 0 4 4 9 4 号公報、特開平 1 1 - 2 0 4 4 9 5 号公報、特開 2 0 0 0 - 1 3 3 6 3 2 号公報、特開 2 0 0 0 - 1 3 3 5 5 8 号公報に開示されている。

【 0 0 0 5 】**【特許文献 1】**

特開平 5 - 2 1 3 3 8 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 0 - 2 2 3 5 8 5 号公報

【特許文献 3】

特開平 1 0 - 2 2 9 0 6 6 号公報

【特許文献 4】

特開平 1 0 - 2 4 2 1 0 2 号公報

【特許文献 5】

特開平 1 0 - 2 4 2 1 0 3 号公報

【特許文献 6】

特開平 6 - 3 4 2 7 8 4 号公報

【特許文献 7】

特開平 9 - 9 2 8 0 3 号公報

【特許文献 8】

特開平 1 1 - 2 0 4 4 9 4 号公報

【特許文献 9】

特開平 1 1 - 2 0 4 4 9 5 号公報

【特許文献 1 0】

特開 2 0 0 0 - 1 3 3 6 3 2 号公報

【特許文献 1 1】

特開 2000-133558 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記の特許文献に記載された発明は、いずれも多孔質半導体の選択エッチング技術に関して有用であり、量産性にすぐれている。しかし、このような従来例では、基板のサイズが大きくなるにつれて、エッチング分布の悪化や処理時間の増加が懸念される。

【0007】

本発明は、基板が大型化した場合においても、基板の処理を均一に行なうことを目的とし、更に、選択エッチングへの適用に関しては、基板が大型化した場合においても、エッチング選択性の分布を悪化させず、これによって良好なエッチング分布を実現することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の装置は、基板を処理液で処理する処理装置に係り、該装置は、該処理液を収容する処理槽と、前記処理槽内で該基板を保持する保持機構と、前記保持機構によって保持される該基板の面に直交する方向の所定位置に配置され、該基板に振動を供給する振動源と、前記保持機構によって保持される該基板を回転させるように構成された構造とを備える。

【0009】

ここで、本発明の好適な実施の形態によれば、前記構造は、固体部材により該基板に回転力を伝達するように構成されうる。この場合、前記構造は、例えば、前記保持機構を回転させることにより該基板を回転させるように構成されうる。

【0010】

或いは、前記構造は、該処理液の流れを形成することにより該基板を回転させるように構成されてもよい。この場合、前記構造は、前記処理槽内に該処理液の回転流或いは渦流を形成することにより該基板を回転させるように構成されうる。

【0011】

或いは、前記構造は、前記処理槽内に該処理液の流れを形成するように前記処理槽内に該処理液を供給する供給部を有し、該処理液の流れにより該基板を回転させるように構成されうる。

【 0 0 1 2 】

本発明の好適な実施の形態によれば、本発明の処理装置は、該基板の面に向けて処理液を放出して、該基板の処理に伴って生じうる気泡を除去する放出部を更に備えることが好ましい。ここで、前記放出部は、該基板の面内の局所的領域に向けて該処理液を放出するように構成されうる。本発明の処理装置は、該基板の処理中に前記放出部を移動させる駆動機構を更に備えることが好ましい。前記駆動機構は、前記放出部から放出される該処理液が該基板の全面に順次当たるように、前記放出部を往復移動させるように構成されうる。

【 0 0 1 3 】

本発明の好適な実施の形態によれば、本発明の処理装置は、該処理液を脱気する機構を更に備えることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明の好適な実施の形態によれば、本発明の処理装置は、少なくとも前記処理槽内において該処理液が露出している部分を含む空間を減圧環境とするためのチャンバを更に備えることが好ましい。或いは、本発明の処理装置は、前記処理槽を収容し前記処理槽の周囲に減圧環境を形成するためのチャンバを更に備えることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 2 の側面に係る装置もまた、基板を処理液で処理する処理装置に係り、該装置は、該処理液を収容する処理槽と、前記処理槽内に該処理液の流れを形成することにより該基板を回転させる構造とを備える。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 3 の側面に係る装置もまた、基板を処理液で処理する処理装置に係り、該装置は、該処理液を収容する処理槽と、前記処理槽内の該基板の面に向けて処理液を放出して、該基板の処理に伴って生じうる気泡を除去する放出部とを備える。

【0017】

本発明の第4の側面に係る装置もまた、基板を処理液で処理する処理装置に係り、該装置は、該処理液を収容する処理槽と、少なくとも前記処理槽内において該処理液が露出している部分を含む空間を減圧環境とするためのチャンバとを備える。

【0018】

上記の第1～第4の側面に係る処理装置は、発明の実施の形態として以下に説明されているように、エッチング装置として構成或いは利用されうる。

【0019】

本発明はまた、基板を処理液で処理する処理方法としても有用である。

【0020】

本発明の処理方法は、該処理液を収容した処理槽内において該基板を配置する配置工程と、該基板を回転させながら該基板を該処理液で処理する処理工程とを含み、前記配置工程では、該基板に振動を供給する振動源に該基板の面が向くように該基板を配置し、前記処理工程では、前記振動源を動作させて該基板に振動を供給する。

【0021】

ここで、本発明の好適な実施の形態によれば、前記処理工程では、固体部材を使って該基板に回転力を伝達することにより該基板を回転させることができる。或いは、前記処理工程では、該処理液の流れを形成することにより該基板を回転させることもでき、例えば、前記処理槽内に該処理液の回転流或いは渦流を形成することにより該基板を回転させることができる。

【0022】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記処理工程では、該基板の面に向けて処理液を放出して、該基板の処理に伴って生じうる気泡を除去することが好ましい。ここで、前記処理工程では、該基板の面内の局所的領域に向けて該処理液を放出することが好ましい。更に、前記処理工程では、該基板に局所的に該処理液を供給すべき領域を変更しながら該基板を処理することが好ましい。更に、前記処理工程では、該基板に局所的に該処理液を供給すべき領域を変更しながら該処

理液が該基板の全面に順次当てることが好ましい。

【 0 0 2 3 】

本発明の好適な実施の形態によれば、本発明の処理方法は、少なくとも前記処理工程において、該処理液を脱気することが好ましい。

【 0 0 2 4 】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記処理工程を、前記処理槽内において該処理液が露出している部分を含む空間を減圧環境として実施することが好ましい。

【 0 0 2 5 】

本発明の第 2 の側面に係る方法もまた、基板を処理液で処理する処理方法に係り、該方法は、該処理液を収容した処理槽内において該基板を配置する配置工程と、該基板を回転させながら該基板を該処理液で処理する処理工程とを含み、前記処理工程では、前記処理槽内に該処理液の流れを形成することにより該基板を回転させる。

【 0 0 2 6 】

本発明の第 3 の側面に係る方法もまた、基板を処理液で処理する処理方法に係り、該方法は、該処理液を収容した処理槽内において該基板を配置する配置工程と、該基板を回転させながら該基板を該処理液で処理する処理工程とを含み、前記処理工程では、前記処理槽内の該基板の面に向けて該処理液を放出して、該基板の処理に伴って生じうる気泡を除去する。

【 0 0 2 7 】

本発明の第 3 の側面に係る方法もまた、基板を処理液で処理する処理方法に係り、該方法は、該処理液を収容した処理槽内において該基板を配置する配置工程と、該基板を回転させながら該基板を該処理液で処理する処理工程とを含み、前記処理工程を、前記処理槽内において該処理液が露出している部分を含む空間を減圧環境として実施する。

【 0 0 2 8 】

上記の第 1 ～ 第 4 の側面に係る処理方法は、発明の実施の形態として以下に説明されるように、該基板のエッチング工程を含みうる。ここで、該基板は、多孔

質領域及び非多孔質領域を有し、前記エッチング工程では、該基板の該多孔質領域を選択的にエッチングすることが好ましい。

【0029】

本発明の製造方法は、半導体基板を製造する製造方法に係り、該方法は、多孔質層の上に非多孔質半導体層を有する第1基板の該非多孔質半導体層側に第2基板を貼り合わせて、貼り合わせ基板を作製する工程と、該貼り合わせ基板を処理或いは加工して、該第2基板の上に該非多孔質半導体層を有し、その上に該多孔質層の少なくとも一部が残存した中間基板を作製する工程と、該中間基板における残存多孔質層を上記のエッチング工程によって選択エッチングする工程とを含む。

【0030】

【発明の実施の形態】

まず、非多孔質シリコン部分と多孔質シリコン部分とを有する基板、典型的には多孔質シリコンの下に非多孔質シリコンを有する基板において、多孔質シリコン部分のみを選択的にエッチングするメカニズムを説明する。

【0031】

ここでは、図5に示すように、表面に多孔質シリコン層510があり、その下に選択エッチングの後に表出させるべき非多孔質シリコン層520が存在する場合について説明する。

【0032】

まず、第1段階では、エッチング液が多孔質層510の孔511中に毛細管現象により染み込む。次いで、第2段階では、染み込んだエッチング液が多孔質層510の壁512をエッチングする。この際、エッチング液に晒されている非多孔質シリコン層520も等方的にエッチングされることになるが、エッチングレートを極めて小さく（例えば0.05～0.1nm/分）設定することにより、非多孔質シリコン層520のエッチングが殆ど起こらないようにすることができる。一方、多孔質層510の壁512のエッチングも同程度のエッチングレートでしかエッチングされない。しかし、典型的には、エッチング前の多孔質シリコン層510の孔511の平均寸法（平均孔径）は約5～7nmであり、壁512

の平均厚さは10～20 nmであるので、上記エッチングレートにおいても現実的な時間内に壁512のエッチングを行なうことができる。

【0033】

次いで、選択エッチングの第3段階では、壁512がエッチングにより更になくなって崩壊し、消失する。これにより、選択エッチングが完了する。ここで、エッチング前の壁512の厚さが10～20 nmであると、計算上は、その厚さの1/2である5～10 nmのエッチングが起これば、壁512が崩壊に至ることになる。しかし、実際には、その前にエッチング液の流れや超音波振動などの外部からの物理的な作用によって多孔質構造部分（壁）が崩壊することが分かっている。

【0034】

したがって、実際には、数nmのエッチングにより多孔質シリコン層510が除去され、その下の単結晶シリコン層520は、数nmのエッチングを受けるのみで、殆ど完全な状態で残されうる。

【0035】

多孔質シリコン層の選択エッチングにおいて重要なことは、上記の第3段階における多孔質構造の崩壊を基板の全面にわたってほぼ均一にほぼ同時時間で起こさせることである。なぜなら、部分的に多孔質層が残っていると、その部分が除去されるまでエッチングを続けなければならない、先に多孔質層が除去された部分の非多孔質シリコン層は、極めて低いレートではあるが、エッチングを受け、これによって非多孔質シリコン層の不均一な膜厚分布が生じるからである。

【0036】

以下、多孔質構造の崩壊を基板の全面にわたってほぼ均一にしかも短時間で起こさせるために好適なエッチング装置について説明する。なお、以下で説明するエッチング装置は、処理液を変更することにより、他の処理をするための処理装置としても使用することができる。例えば、処理液として洗浄液を使用した場合、以下の装置は、洗浄装置として使用することができる。

【0037】

図1は、本発明の好適な実施の形態のエッチング装置の概略構造を示す図であ

る。図1に示すエッチング装置100では、エッチング液（処理液）140を収容するエッチング槽（処理槽）101の底部に超音波振動子（振動源）103が配置されており、処理すべき基板が水平に支持される。このような構成によれば、超音波振動が表面に多孔質層或いは多孔質領域を有する基板（例えばウエハ）120の全面にわたってほぼ均一に提供され、多孔質層の崩壊を面内においてほぼ均一かつ同時に起こさせることができる。ここで、処理すべき基板は、その1つの面（典型的には、裏面）が超音波振動子103に向くようにエッチング槽101内に配置される。換言すると、超音波振動子103は、処理すべき基板の面に直交する方向の所定位置に配置されている。

【0038】

一方、従来の装置では、図6に示すように、超音波振動子103はエッチング槽101の下方に設置され、基板120はその面がキャリア601内に鉛直方向に沿うように収容された状態で処理される。この場合、超音波振動子103が発生する超音波振動は、エッチング槽101の底部から基板120に伝わるので、基板120の上部ほど振動が減衰する。そこで、超音波の効果を均一に基板120に作用させるために、ローラー602等により基板120を回転させる方法が採用されている。しかし、基板120のサイズが大きくなるにつれて超音波効果の均一性を保つことが困難になり、図7に示すように、基板の中央付近に多孔質シリコン層が残りやすくなる。

【0039】

そこで、図1に示すように、基板を水平に配置し、基板の下方（すなわち、基板の面に平行）に超音波振動子103を配置することにより、すなわち、基板の面が超音波振動子に向くように基板を配置することが好ましい。このような配置によれば、図8に示すように、基板のサイズが大きくなっても基板の全面に対してほぼ均一に超音波を作用させることができ、基板の全面にわたって均一に多孔質層を崩壊させることが可能になる。

【0040】

エッチング槽101は、図1に示すように、本体槽101aの他、オーバーフロー槽101bを有し、本体槽101aから溢れたエッチング液は、オーバーフ

ロー槽 101b によって回収される。オーバーフロー槽 101b によって回収されたエッチング液は、タンク 151 に戻る。タンク 151 内のエッチング液は、ポンプ 152 によって供給部（例えば、ノズル）104 及び供給部（例えば、ノズル）105 を通してエッチング槽 101 の本体槽 101a に供給される。供給部 104 及び供給部 105 とタンク 151 との間には、典型的にはフィルタ 153 が配置されうる。

【0041】

処理対象の基板 120 は、典型的には、下方から支持され、そのため、多孔質層を有する面を上にしてエッチング槽 101 内に配置される。

【0042】

本発明の好適な実施の形態としての図 1 に示すエッチング装置 100 は、更に多孔質層或いは多孔質領域の崩壊の均一性を向上させるために、エッチング中に基板 120 を回転させる機構或いは構造を備えている。基板 120 を回転させる方法としては、例えば、固体部材を基板に接触させ該固体部材により基板を回転させる方法や、流体（エッチング液）の流れによって基板を回転させる方法が好適である。

【0043】

図 1 に示すエッチング装置 100 は、基板を回転させる機構或いは構造として、固体部材によって基板を回転させる回転機構 130 を備えている。具体的には、回転機構 130 は、基板 120 を回転させるために、基板 120 のエッジにローラー 111 を接触させる構造を有する。ローラー 111 は、連結軸 110、ギア 109、ギア 108、連結軸 107 を介してモータ 102 の回転軸に接続されている。基板 120 は、支持部材（保持機構）112 によって下方から支持される。

【0044】

図 4 は、基板を回転させる回転機構の他の構成例を示している。図 4 に示す回転機構は、図 1 に示す回転機構 130 の代わりに採用されうる。図 4 に示す回転機構は、基板 120 を保持するためのリング状の基板ホルダ 401 と、基板ホルダ 401 に回転力を伝達して基板ホルダ 401（及び基板）を回転させるギア 4

0 2、4 0 3 とを備えている。基板ホルダ 4 0 1 は、基板 1 2 0 をそのエッジ部分の下方からのみ支持するように構成されることが好ましく、これにより、基板 1 2 0 に対して超音波を効率的に作用させることができる。ギア 4 0 2 及び 4 0 3 には、不図示のモータにより回転力が伝達される。

【0 0 4 5】

図 3 は、流体の流れによって基板を回転させる回転機構の一例を示す図である。図 3 に示す回転機構は、図 1 に示す回転機構 1 3 0 の代わりに採用されうる。ここで、図 3 (a) は、エッチング装置を上方から見た平面図であり、図 3 (b) は、エッチング装置を鉛直方向に切断した断面図である。図 3 に示す回転機構は、エッチング液をエッチング槽 1 0 1 内に供給する供給部（例えば、ノズル）3 0 4（図 1 の 1 0 4 に相当）が、エッチング槽 1 0 1 内にエッチング液の渦流或いは回転流を形成するように配置されている。なお、この構成例では、供給部 3 0 4 が渦流或いは回転流を形成する機能とエッチング液をエッチング槽 1 0 1 内に供給する機能とを兼用しているが、これらの機能を別個の構成（すなわち、エッチング液の供給機構と渦流或いは回転流の発生機構（例えば、スクリー、プロペラ））によって実現することもできる。

【0 0 4 6】

基板 1 2 0 は、複数（例えば、3 個）のガイド 3 0 1 によってエッチング槽 1 0 1 内における水平方向及び鉛直方向の位置を規制される。ガイド 3 0 1 は、例えば、基板の水平方向の位置を規制するピン部（水平方向規制部材）3 0 1 a と、基板の鉛直方向の位置を規制するリング部（垂直方向規制部材）3 0 1 b とを有する。ピン部 3 0 1 a 及びリング部 3 0 1 b は、基板 1 2 0 が回転する際の抵抗を最小化するように構成されることが好ましい。

【0 0 4 7】

図 1 及び図 9 を参照して更に説明すると、本発明の好適な実施の形態のエッチング装置 1 0 0 は、多孔質層の崩壊の均一性を更に向上させるために、基板に対して、その処理すべき面に向けてエッチング液を放出するエッチング液の供給部（放出部）1 0 5 を備えている。この実施の形態では、処理すべき面、すなわち、多孔質層を有する面を上方に向けて基板を配置することを想定しているため、

供給部 105 は、基板の上方に配置されている。多孔質の崩壊は、先にも述べたように、孔の中に染み込んだエッチング液が壁をエッチングすることにより起こるが、そのエッチングの際に化学反応により気泡が発生する。供給部 105 から放出される新鮮なエッチング液を基板 101 の多孔質層に当てることにより、多孔質層に付着している反応気泡を効率良く除去することができるとともに、既にエッチング反応に寄与したエッチング液（例えば、多孔質層の孔内のエッチング液）を新鮮なエッチング液によって効率的に置換することができ、多孔質層のエッチングを促進させることができる。供給部 105 は、基板 120 の全面に対してエッチング液が当たるように構成されてもよいが、基板 120 の全面のうち局所化された領域にエッチング液が当たるように構成されてもよい。図 1 及び図 9 に示す構成例は、基板 120 の局所化された領域に向けてエッチング液を供給する例である。このような構成は、エッチング速度の分布の制御に効果的である。

【0048】

エッチング装置 100 は、上部の供給部 105 を水平方向、好ましくは更に鉛直方向に移動させる移動機構 160 を備えている。例えば、図 9 に示すように、多孔質層の選択エッチングの際に、多孔質層が残り易い部分が定常的に発生する場合には、その部分に優先的に新鮮なエッチング液が供給されるように供給部 105 を移動機構 160 によって位置決めすることにより、エッチングの不均一性を低減することができる。移動機構 160 は、優先的に新鮮なエッチング液を供給すべき領域（座標）が設定されることにより、基板 120 がエッチング槽 101 内の定位置に設置された後に、自動で当該領域の上方に供給部 105 を移動させるように構成されることが好ましい。

【0049】

或いは、移動機構 160 は、エッチング処理の進行に応じて供給部 105 の位置を変更するように構成されてもよい。例えば、回転機構 130 によって基板 120 を回転させながら移動機構 160 によって供給部 105 を基板の半径方向に往復運動させることにより、エッチング反応により発生し基板に付着した気泡（反応気泡）を効率的に除去する他、既に反応に寄与したエッチング液を新鮮なエッチング液で効率的に置換することができる。したがって、供給部 105 による

エッチングの局所的な促進作用を基板 120 の全面にわたって順次提供することによってエッチングの所要時間を短縮することができる。更に、多孔質層のエッチングが起こりにくい領域が存在する場合には、当該領域に対する促進作用が他の領域に対する促進作用よりも高くなるように供給部 105 の移動又は移動速度を制御することにより、多孔質層のエッチングを基板の全面にわたって均一化することができる。

【0050】

また、供給部 105 又はその近傍に超音波振動子を取り付けることにより、超音波振動を伴うエッチング液を供給部 105 から基板に提供することができるので、気泡の除去効果により基板を均一に処理することができるとともにエッチング所要時間を短縮することができる。

【0051】

図 2 は、図 1 に示すエッチング装置 100 の改良例を示す図である。なお、図 2 において、図 1 に示す構成要素と同一の構成要素には、図 1 と同一の符号が付されている。改良例に係るエッチング装置 200 は、エッチング槽 101 の少なくとも開放部（エッチング槽 101 槽内のエッチング液が空間に露出している部分）、典型的にはエッチング槽 101 の全体を外部環境から分離して、エッチング槽 101 内のエッチング液を減圧環境（例えば、真空環境）に露出させるチャンバ 201 を備える。図 2 に示す例では、エッチング槽 101 は、その全体がチャンバ 201 内に配置されている。チャンバ 201 内の気体は、ポンプ 202 によって排気され、これにより減圧環境が形成される。

【0052】

このようにしてエッチング槽 101 内のエッチング液を減圧環境に露出させることにより、基板 120 の多孔質層の孔中に存在する反応気体を効率よく孔外に排出させることができる。このような反応気泡の排出効果は、実験により確認されている。

【0053】

エッチング槽 101 内のエッチング液を減圧環境に露出させることによる孔中の反応気泡の排出の促進は、次のようなメカニズムによって起こると推定される

。すなわち、エッチング液を減圧環境にさらすと、エッチング液中の溶存気体が減圧環境中に拡散し、これによってエッチング液中の溶存ガス濃度が低下する。その結果、孔中の反応ガスがエッチング液中に溶解しやすくなり、速やかに反応気体が孔中から除去される。

【0054】

また、エッチング装置200は、エッチング液から溶存気体を除去する脱気装置203をエッチング液の循環ライン中に備えることが好ましい。脱気装置（例えば、中空糸ユニット）203は、ポンプ204によって減圧される。脱気装置203によってエッチング液中の溶存気体を除去することにより、孔中の反応ガスがエッチング液中に溶解しやすくなり、速やかに反応気体が孔中から除去される。

【0055】

以上のチャンバ201及び脱気装置203は、双方が設けられることが好ましいが、いずれか一方のみが設けられてもよい。

【0056】

[実施例]

(第1実施例)

図10、図12及び図1を参照しながら、本発明の好適な実施の形態の多孔質層のエッチング装置100又は200をSOI基板の製造工程に応用した例を説明する。

【0057】

図12は、多孔質シリコンを形成するための陽極化成装置の一例を示す図である。まず、図12に示す陽極化成装置を使用してシリコン基板1001を陽極化成して表面に多孔質層を形成する。具体的には、基板1001を陽極化成槽1202中に配置されたホルダ1203にセットする。ホルダ1203には、円環状の吸着パッド1204が付設されており、その内側の部分に開口部が形成されている。シリコン基板1001の裏面の外周が吸着パッド1204によって吸着保持される。この状態で陽極化成液1205を陽極化成槽1202の所定レベルまで満たし、陽極化成槽1202の両端に付設された白金製の電極1206a及び

1206bの間に直流の電流を印加することにより基板1001の表層（マイナス電極1206aに面した側）を多孔質化することができる。

【0058】

図10は、SOI基板の製造工程を説明する図である。

【0059】

まず、図10（a）に示す工程において、比抵抗が $15\text{ [m}\Omega\text{ cm]}$ の12インチP型シリコン基板1001を用意した。図12に示す陽極化成装置を使用して、この基板1001の表層に $10\text{ }\mu\text{m}$ の厚みの多孔質シリコン層1002を形成した。ここで、陽極化成液は、 $\text{HF}:\text{エタノール}=2:1$ の組成とし、電流値は、 2.56 アンペア/cm^2 の固定電流とし、10分間の通電を行なった。

【0060】

続いて、その基板の表面にCVD法により $150\pm 2\text{ nm}$ の厚みと分布を有する非多孔質のエピタキシャルシリコン層1003を形成した。更に、エピタキシャルシリコン層1003の表面を酸化し、 100 nm のシリコン酸化膜層1004を形成した。次に、別の12インチ基板1005を用意して、両基板を洗浄した後に、表面同士を室温で貼り合わせて貼り合わせ基板を作製した。

【0061】

次いで、図10（b）に最終状態を示す工程では、貼り合わせた基板を窒素雰囲気中、 1100°C で2時間アニールし、貼り合わせ強度を高める処理を施した。次にグラインダー装置により、P型シリコン基板1001の側から研削を行なって基板部分1001を除去し、多孔質シリコン層1002を露出させた（図10（b）に示す状態）。ここで、研削に代えて、貼り合わせ基板を多孔質層1004の部分で2分割する分割方法を採用することもできる。分割方法としては、種々の方法を採用しうるが、それらの中でも、流体を利用する方法、特に多孔質層に流体を打ち込む方法が好適である。

【0062】

次いで、図10（b）に示す基板（中間基板）120を図1に示すエッチング装置100にセットし、多孔質シリコン層1002の選択エッチングを実施した。その際、エッチング液として、 HF 、 H_2O_2 、 H_2O の混合液を用いた。この

混合液の混合比率は、 HF 、 H_2O_2 、 $\text{H}_2\text{O}=0.5\%:19.5\%:80\%$ とした。また、基板 120 をモータ 102 によって 20 rpm で回転させながら選択エッチングを実施した。

【0063】

この実施例では、上部の供給部（放出部）105 からのエッチング液の供給を行わず、下部の供給部 104 のみからエッチング液をエッチング槽 101 内に導入し、オーバーフロー循環方式で多孔質層のエッチングを実施した。超音波振動子 103 には、連続的に 900 kHz の超音波を発振させた。この選択エッチングにより、約 $10\mu\text{m}$ 厚であった多孔質シリコン層 1002 は、70 分で完全に除去され、結果として 10(c) に示すような SOI 構造の基板（SOI 基板）が得られた。図 10(c) において、エピタキシャルシリコン層 1003 は、 $90\pm 2\text{nm}$ の膜厚分布となっていた。この結果より、図 1 に示すエッチング装置を用いた場合、エピタキシャルシリコン層 1003 の膜厚分布の悪化が殆ど無いことが分かった。

【0064】

（第 2 実施例）

第 1 実施例と同様の方法で、図 10(b) に示すような、表面に多孔質層 1002 が露出した基板（中間基板）120 を作製した。

【0065】

次いで、図 2 に示すエッチング装置 200 を用いて、この基板 120 の多孔質シリコン層 1002 の選択エッチングを実施した。図 2 に示すエッチング装置 200 には、図 1 に示すエッチング装置 100 に加えて、エッチング槽 101 の全体を減圧雰囲気にすることが可能なチャンバ 201 と減圧用ポンプ 202 が設けられている。また、エッチング装置 200 には、エッチング液の循環ラインに液中の溶存気体を脱気するための脱気装置（ここでは、中空糸ユニット）203 と減圧用ポンプ 204 が設けられている。

【0066】

多孔質層のエッチングの際の条件として、エッチング液の組成、基板の回転数及びエッチング槽下部から提供する超音波の条件は、第 1 実施例と同様とした。

その他に、この実施例では、供給部（放出部）105からのエッチング液の供給も同時に実施した。供給部105には超音波振動子が組み込まれており、それを用いて供給部105から供給するエッチング液に1.5MHzのメガソニックを付加すると共に、供給部105を基板120の中心から外周に向かう半径上において1Hzで往復運動させた。また、チャンバ201中の圧力を80Paに減圧し、更にエッチング液中の溶存酸素及び窒素を脱気した。その結果、約10 μ m厚であった多孔質シリコン層1002は50分で完全に除去され、結果として図10(c)に示すようなSOI構造の基板が得られた。

【0067】

選択エッチングの後において、エピタキシャルシリコン層1003は90 \pm 2nmの膜厚と分布となっていた。つまり、メガソニックを載せたエッチング液を上方から提供することと、エッチング槽101の全体を減圧にすること、そして、エッチング液中の溶存ガスを脱気することによって、エッチングの選択性を低下させること無しに、第1実施例に比べてエッチング時間を約30%短縮することができた。

【0068】

（第3実施例）

図11、図1及び図3を参照しながら第3の実施例を説明する。

【0069】

まず、図11(a)に示すような比抵抗15[m Ω cm]のP型8インチ基板1101を用意した。その基板1101上にプラズマCVD法でシリコン窒化膜1102を500nm堆積させた。更に、レジストを用いたフォトリソプロセスによって開口部1003を形成した。この状態の基板を、図12に示す陽極化成装置を用いて、第1実施例と同様の条件で陽極化成した。その結果、シリコン窒化膜をマスクとして、図11(b)に示すように、開口部1103の部分にのみ多孔質シリコン部分1104が15 μ mの深さまで形成された。

【0070】

次いで、シリコン窒化膜1102を残したままで、この基板120を図1に示すエッチング装置100にセットし、多孔質シリコン部分1104をエッチング

した。但し、その際、図 1 に示す基板回転機構 130 を取り外し、その代わりに、図 3 に示す基板ホルダを取り付けた。すなわち、図 1 に示すエッチング装置 100 に図 3 に示す基板ホルダを組み込みし、該基板ホルダに基板をセットし、この状態で供給部 304 から 5 リットル／分の流量でエッチング液を槽内に注入し、その際に生ずる液流で基板 301 を自転させた。エッチングの条件は、エッチング液組成及び槽下部からの超音波については第 1 実施例と同条件とし、上部の供給部 105 からのエッチング液の提供については第 2 実施例と同じにした。

【0071】

その結果、60 分で多孔質シリコン部分 1104 が完全に除去された。その後、マスクとして残っていたシリコン窒化膜 1102 を剥離して、図 11 (c) に示すような深さ 15 μm のトレンチ構造を形成した。

【0072】

【発明の効果】

本発明によれば、基板が大型化した場合においても、基板の処理を均一に行なうことができ、更に、本発明を選択エッチングに適用した場合においては、基板が大型化した場合においても、エッチング選択性の分布が悪化せず、良好なエッチング分布を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の好適な実施の形態のエッチング装置（処理装置）の概略構造を示す図である。

【図 2】

改良例に係るエッチング装置（処理装置）の概略構造を示す図である。

【図 3】

流体の流れによって基板を回転させる回転機構の一例を示す図である。

【図 4】

固体部材によって基板を回転させる回転機構の他の構成例を示している。

【図 5】

多孔質シリコン部分の選択エッチングのメカニズムを説明するための図である

。

【図 6】

従来のエッチング装置の概略構造を示す図である。

【図 7】

エッチングの不均一性を説明するための図である。

【図 8】

エッチングの均一化に好適な基板と超音波振動子との配置関係を示す図である

。

【図 9】

エッチングの局所的な促進方法を説明するための図である。

【図 1 0】

S O I 基板の製造工程を説明する図である。

【図 1 1】

多孔質領域と非多孔質領域とを有する構造の応用例を説明するための図である

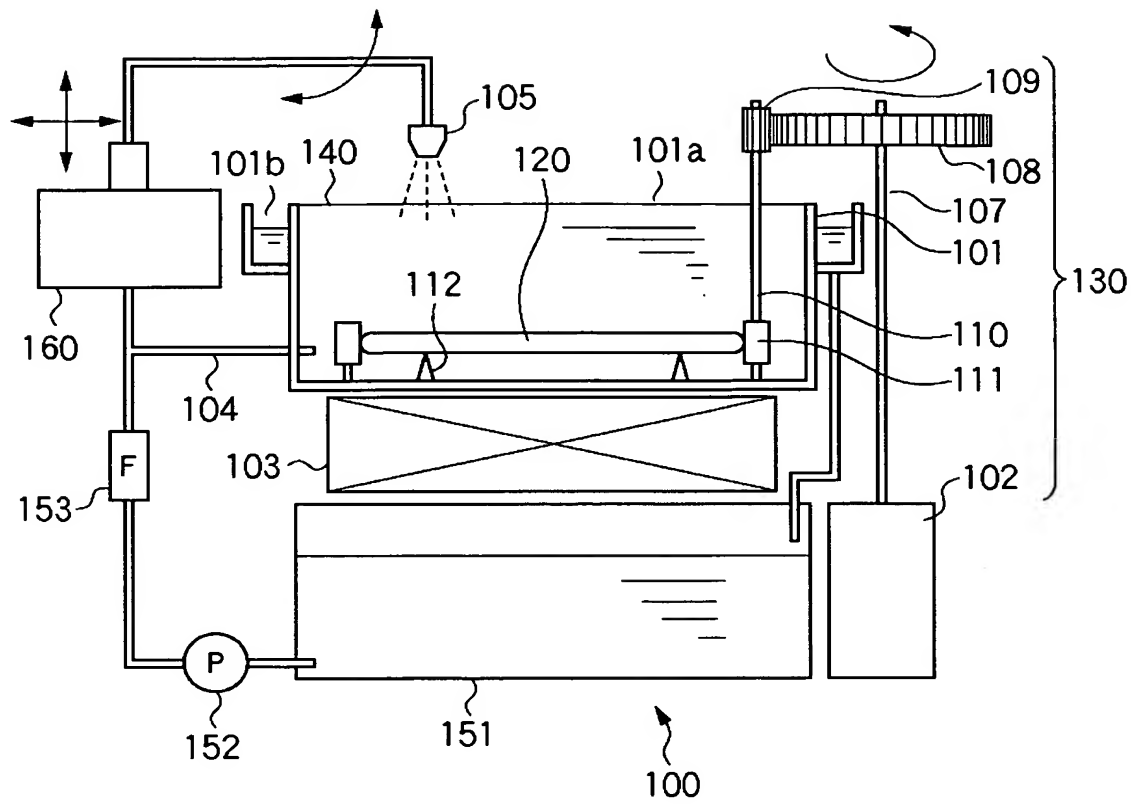
。

【図 1 2】

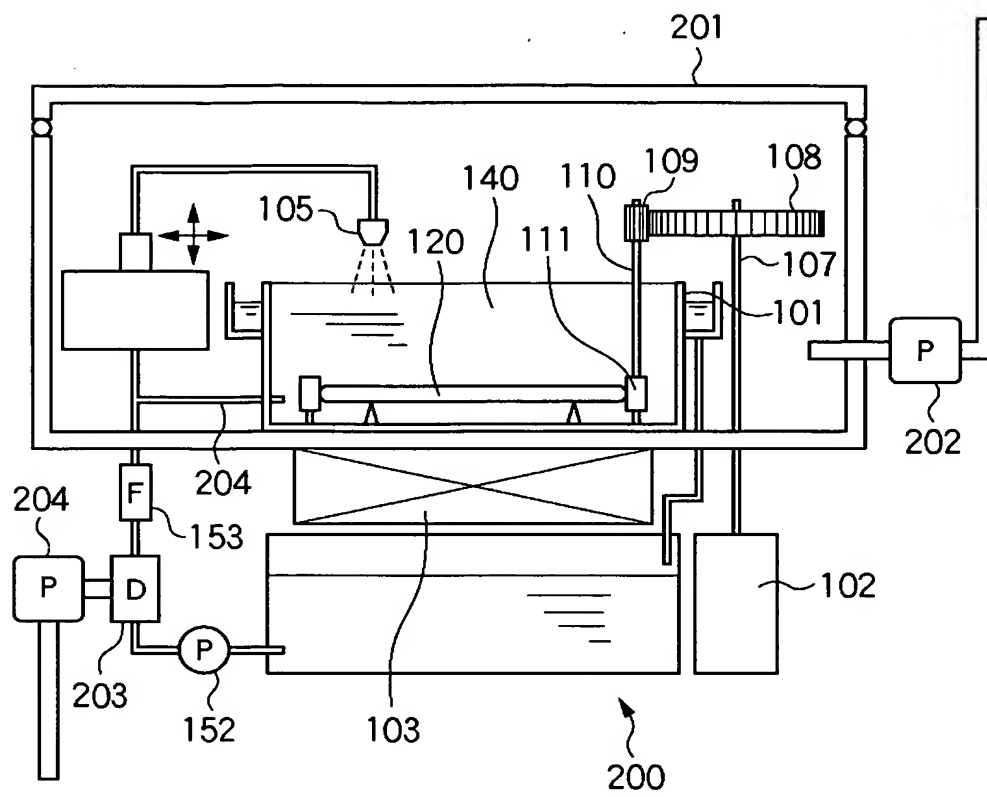
陽極化成装置の一例を示す図である。

【書類名】 図面

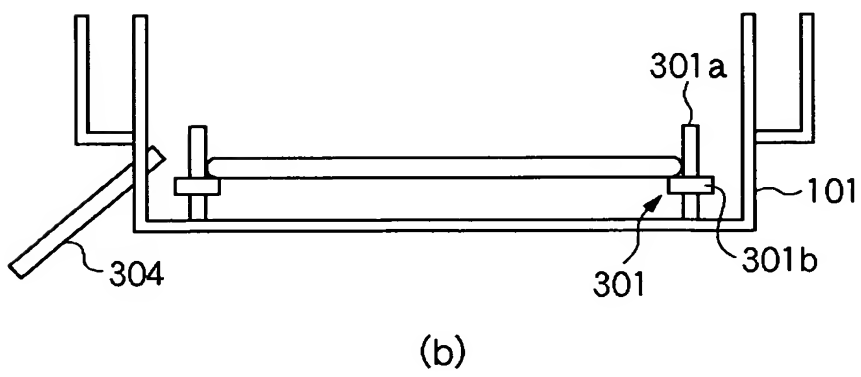
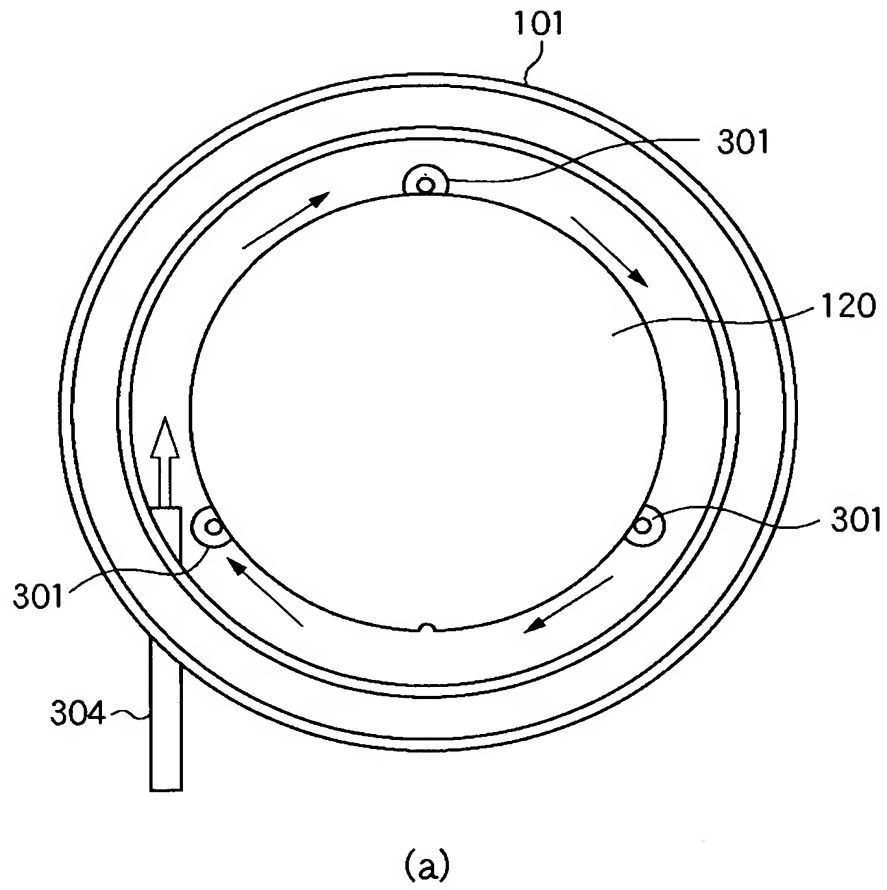
【図 1】



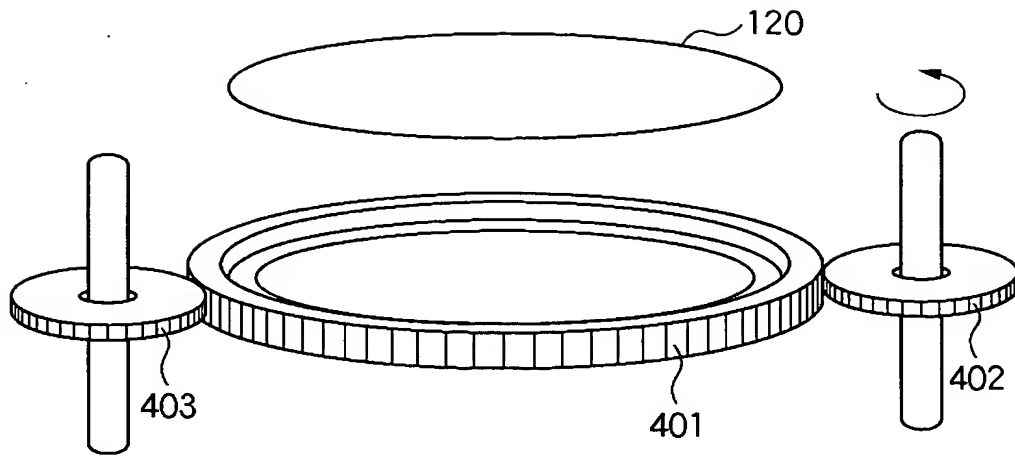
【図 2】



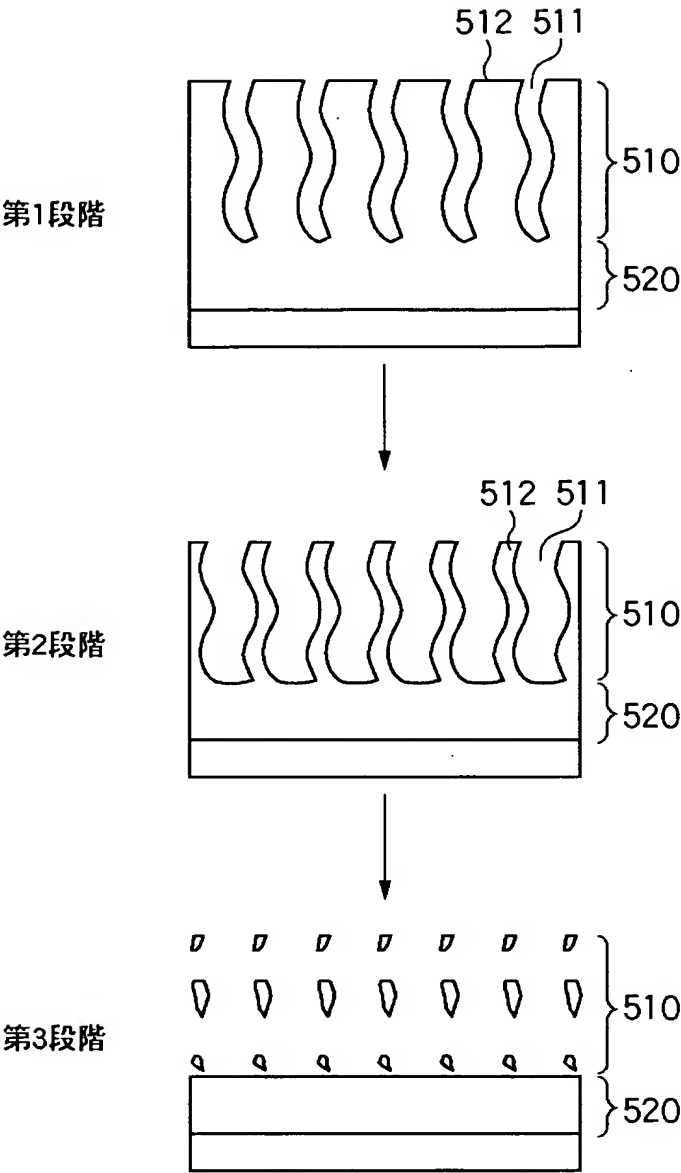
【図 3】



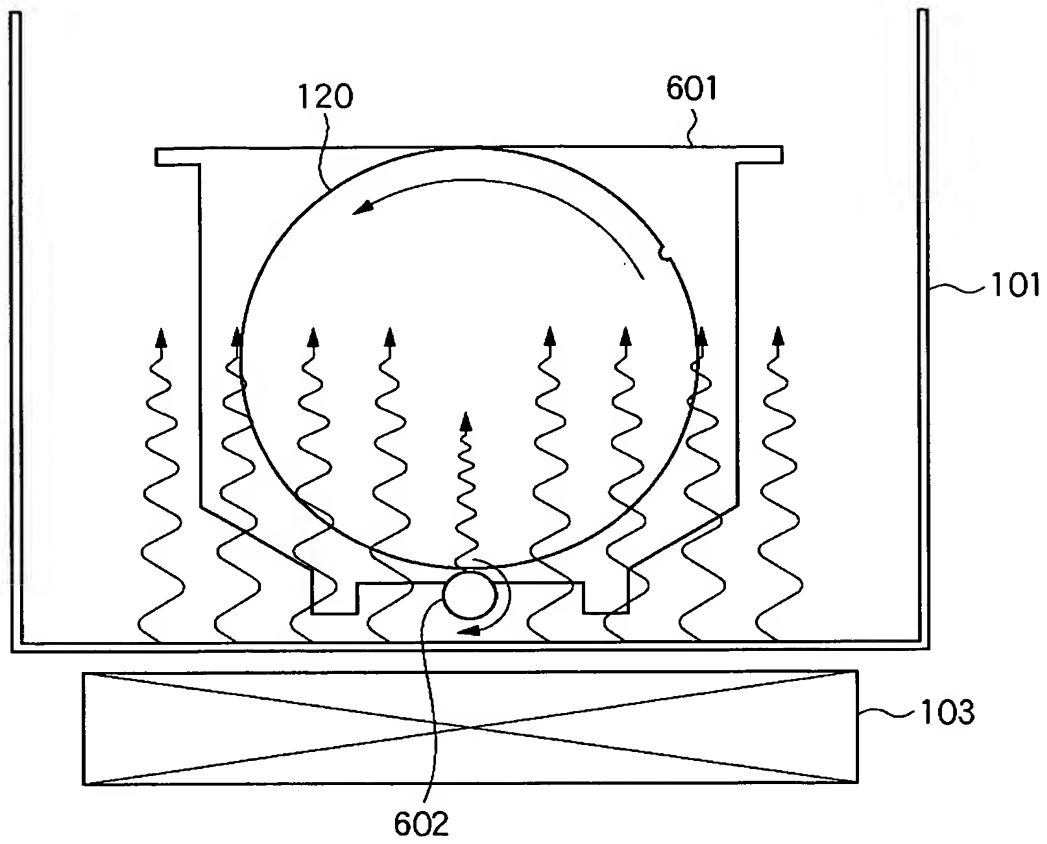
【図 4】



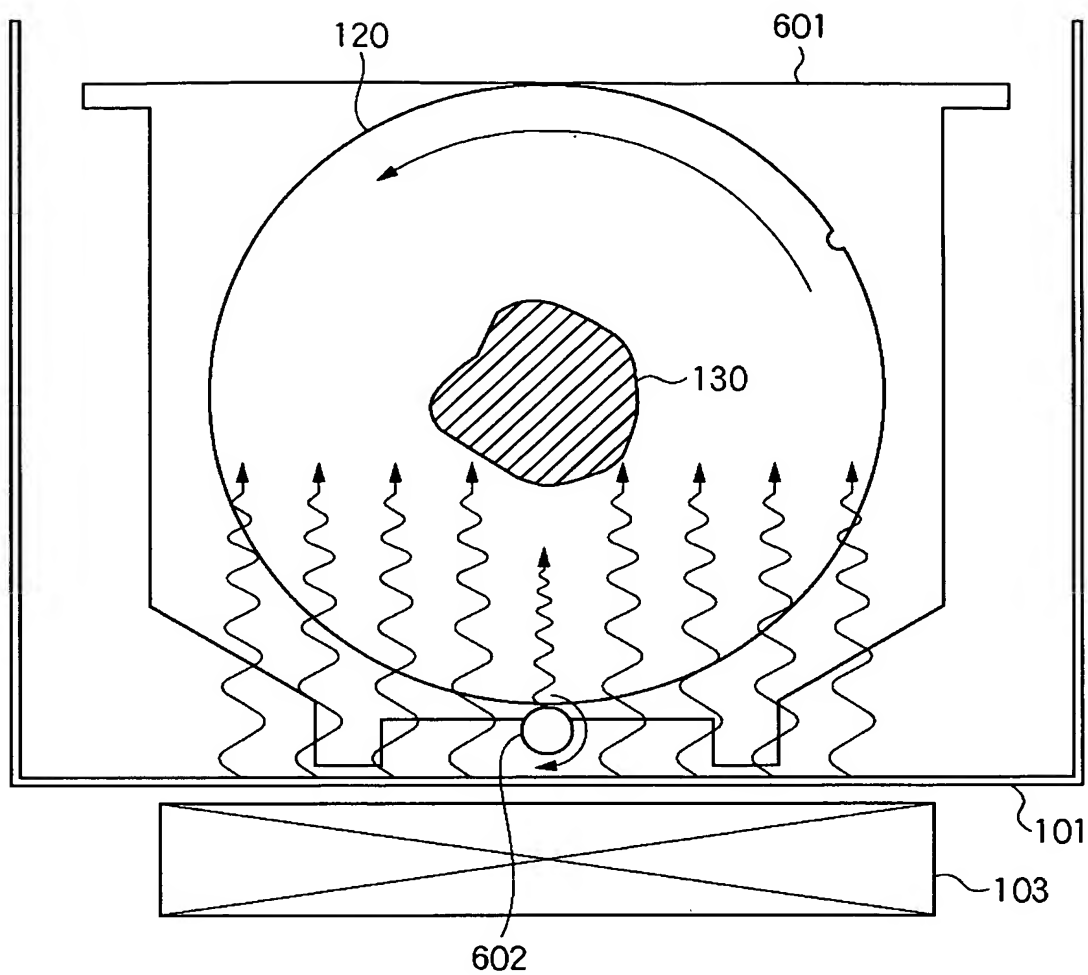
【図 5】



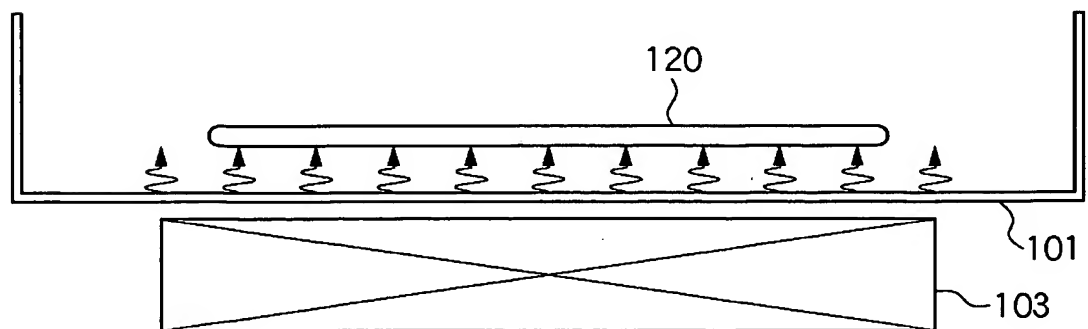
【図 6】



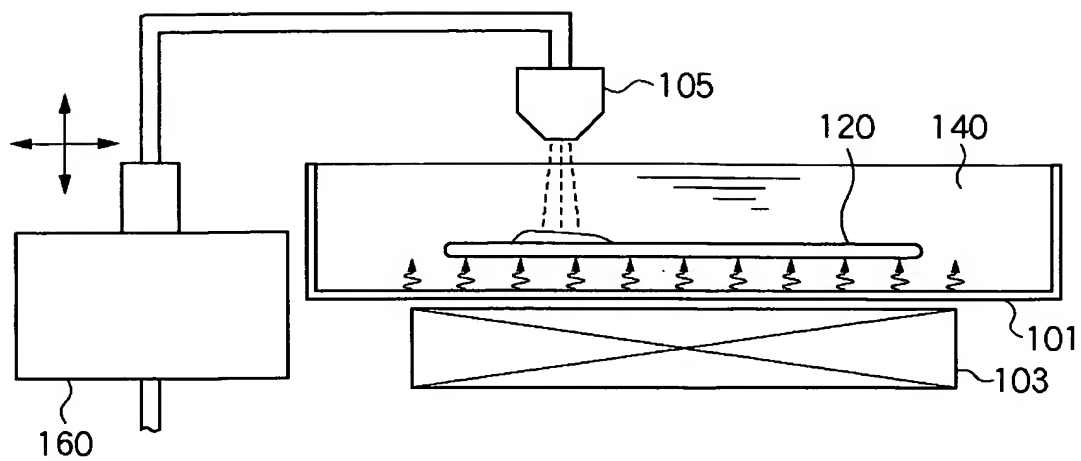
【図 7】



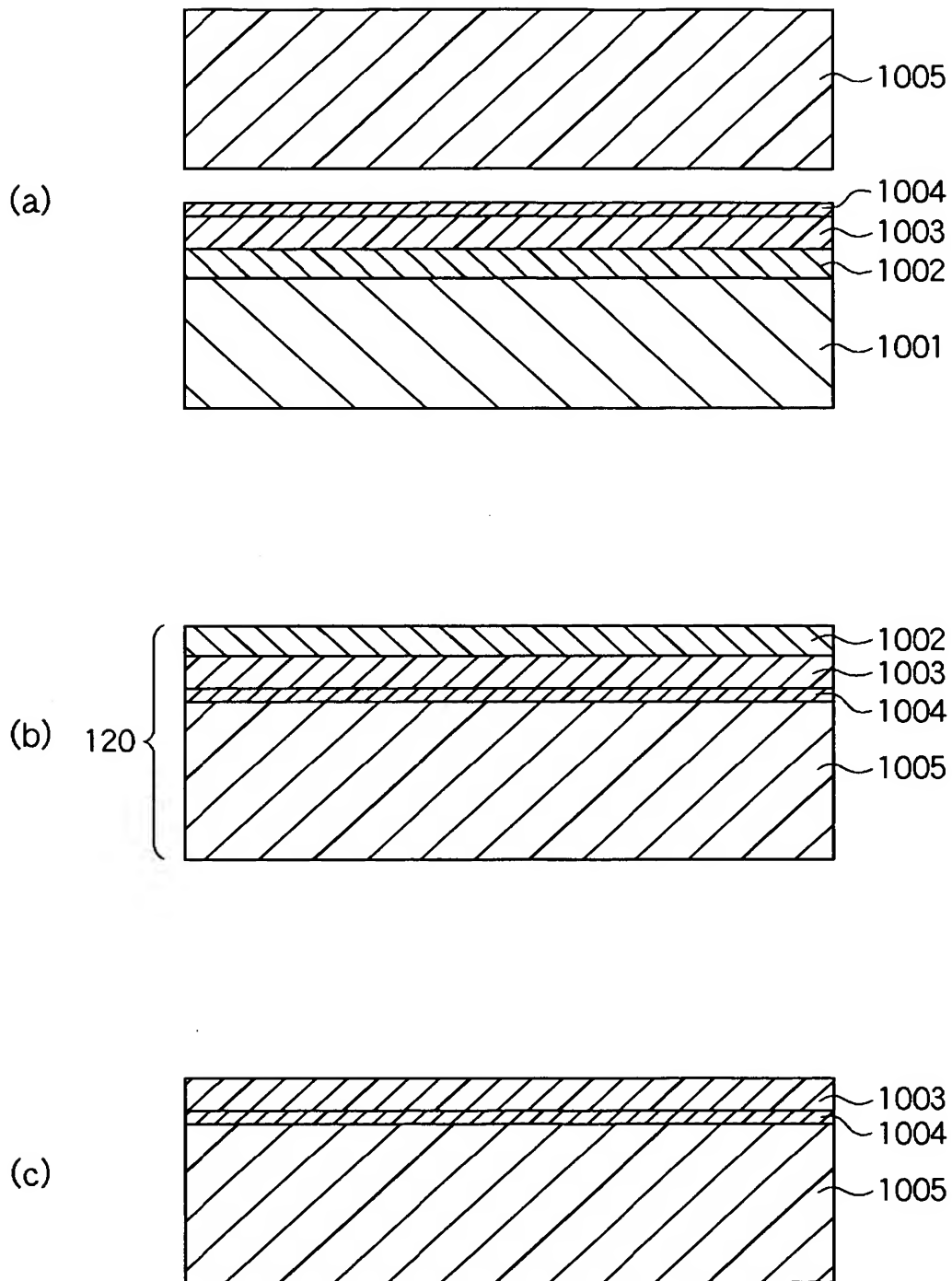
【図 8】



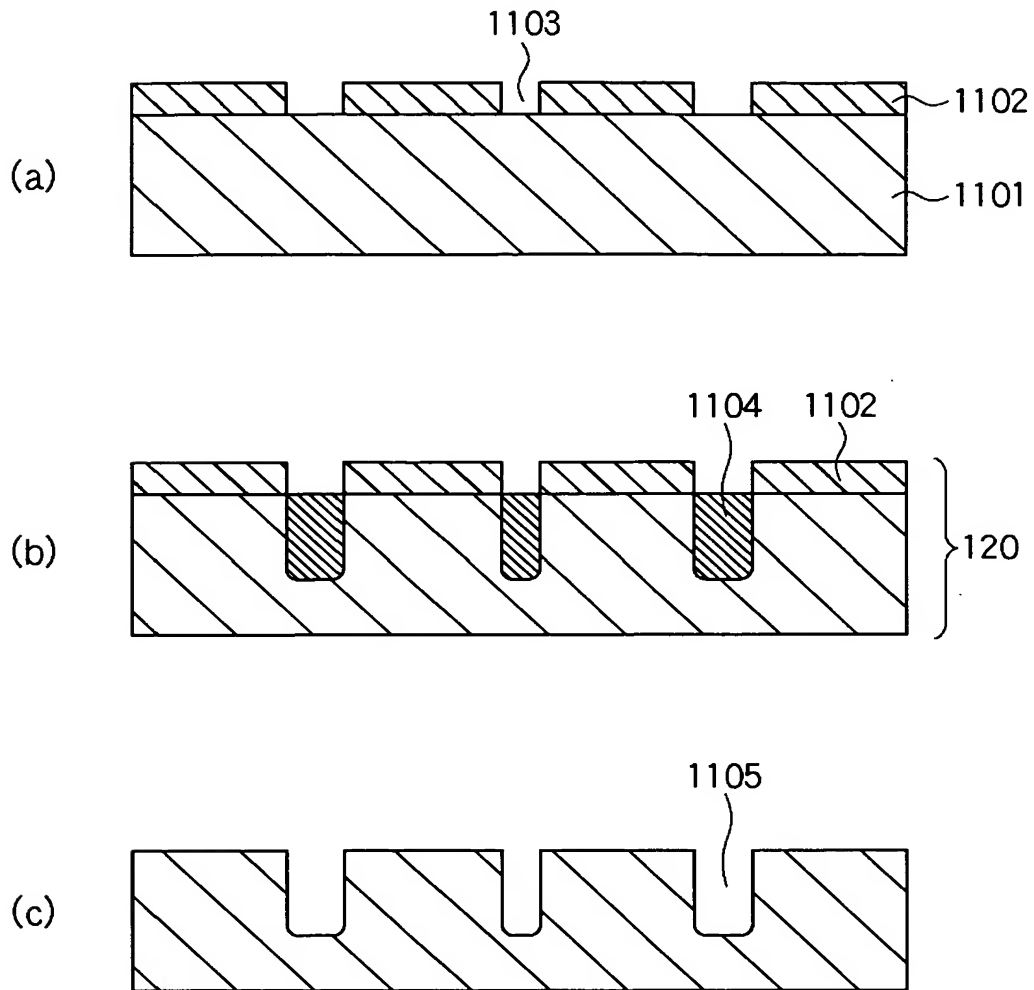
【図 9】



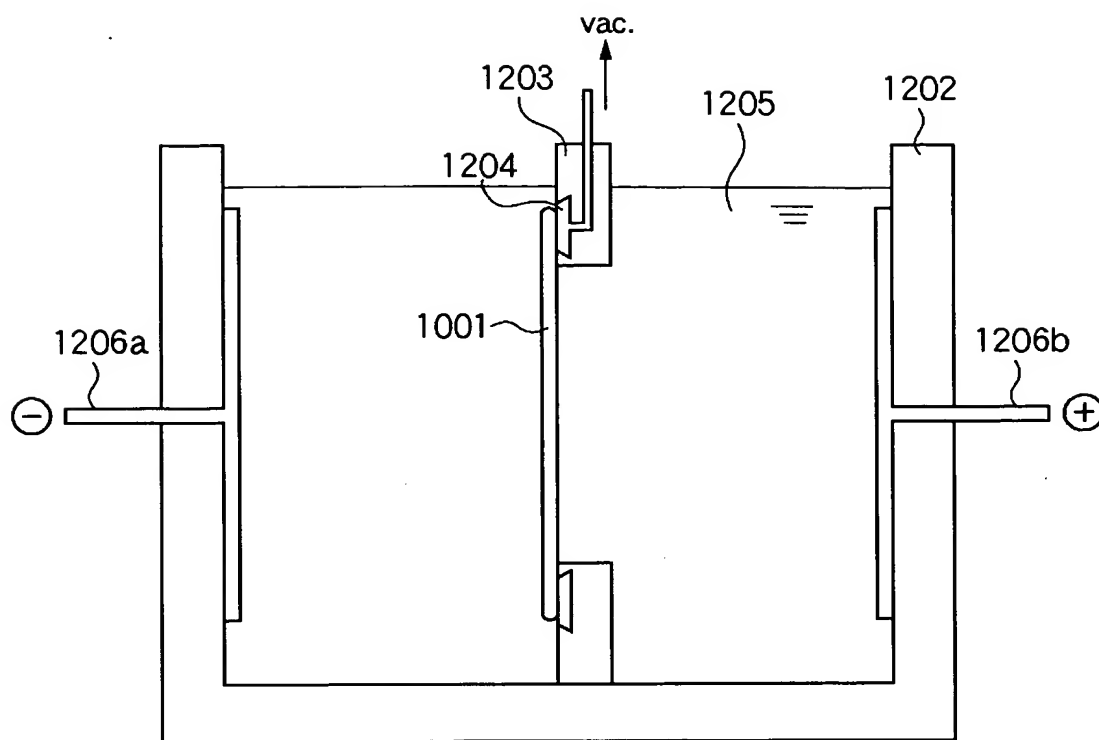
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板が大型化した場合においても、基板の処理（エッチング等）を均一に行なう。

【解決手段】 エッチング槽 1 0 1 の下方に超音波振動子 1 0 3 を配置する。エッチング槽 1 0 1 内には基板 1 2 0 を水平に配置する。これにより、基板 1 2 0 は、その面が超音波振動子 1 0 3 に向くように配置される。基板 1 2 0 は、回転機構 1 3 0 により回転されながらエッチングされる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 7 5 0 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社